

**Автоматизація та інтелектуалізація приладобудування**

квадратів відповідних відстаней, а співпадіння деяких характерних ліній і крапок. Показано що, при проектуванні основних вузлів систем технічного зору в якості елементу реєстрації може бути використана швидкісна відеокамера.

У подальшому необхідно вирішення задачі оптимізації точності вимірювання за допомогою робото-технічної системи.

**Література**

- 1.Идентификация визуальных объектов с использованием знаний/ Д.А. Денисов, А.К. Дудкин// Системы технического зрения. – М. Наука, 1991. – 200с.
- 2.Ерганжиев Н.А. Цветное телевидение в измерительной технике. – М.: Связь, 1980. – 104 с.
- 3.Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение. – Минск: Институт технической кибернетики НАН Беларуси, 1999. – 300 с.
- 4.Горелик С.Л., Кац Б.М., Киврин В.И. Телевизионные измерительные системы. – М.: Связь, 1980. – 168 с.
- 5.Гринберг А.Д., Гринберг С. Цифровые изображения: Практическое руководство: Пер. с англ. – Минск: Попурри, 1997. – 400 с.
- 6.Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений М.:изд-во Техносфера, 2006.-1701 с.
- 7.Гуленко И.Е. Система видеозахвата и анализа движения – распознавание трансформаций и движения объекта. – Труды конференции “Новые информационные технологии” (Судак, Крым, 15–25 мая 2004 г.), с. 141-142

**Борковский А.В. Возможность определения контуров деталей при обработке изображений с использованием систем робото-технического зрения**

В статье рассмотрена задача обработки визуальной информации при работе с пространственными объектами, в том числе при измерении геометрических параметров объектов. Разработан алгоритм идентификации деталей.

**Borkovskiy A.V.The possibilities of the determination of the detail's contour by it treatment with using of robotics vision systems.**

In work state the processing of visual information at working with the dimensional objects, including at the measurement of geometrical parameters of objects is offered. The algorithm of identification of details are created.

*Надійшла до редакції  
3 березня 2009 року*

## МЕТОД ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ ОПТИМУМУ ФУНКЦІЇ ЗІ ЗМІННИМ РАДІУСОМ ПОШУКУ

*Левандовська І.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

*В статті наведено спосіб знаходження оптимального значення функції за допомогою методу випадкового пошуку зі змінним радіусом пошуку та випадковим напрямком. Показано переваги запропонованого оптимізаційного алгоритму визначення екстремальних значень функцій та приклад його застосування*

**Вступ**

Процес оптимізації лежить в основі усієї інженерної діяльності, оскільки

функції фахівця полягають у тому, щоб, по-перше, проектувати нові більш ефективні та менш дорогі технічні системи, та, по-друге, розробляти методи підвищення якості функціонування існуючих систем. В практичній діяльності часто з багатьох можливих рішень задачі необхідно вибрати оптимальне. Для знаходження «кращого» значення існує ряд методів, що покладені в основі математичного моделювання.

Наразі існує багато методів оптимізації функції. Один з них – метод випадкового пошуку з постійним радіусом пошуку та випадковим напрямком [1]. Суть методу полягає в тому, що пошук оптимального значення проводиться на поверхні сфери (або кола) з певним радіусом у довільному напрямку.

При «вдалому» виборі точки радіус сфери збільшується, що призводить наближення до шуканої точки екстремуму. Але при збільшенні радіуса сфери збільшується площа поверхні, з якої довільно обираються точки для дослідження, що зменшує точність обчислень, збільшує кількість машинного часу, необхідного для розв'язання задачі, і, якщо не застосувати певні математичні закони для вибору точок дослідження, то це може привести до хибного результату. Тому виникла потреба у створенні методу, який не має вказаних недоліків, є простим для реалізації та має більшу точність і швидкодію, за рахунок зменшення площі вибору точок дослідження та врахування характеру їх вибору.

### Розробка методу оптимізації

Згідно з запропонованим методом формується коло (сфера або гіперсфера), на контурі якого довільно вибирається певна кількість точок. Шляхом аналізу вибраних точок визначається напрямок наступного кроку пошуку. При знаходженні області, в середині якої розміщено оптимум функції, відбувається уточнення точки екстремуму до отримання відповіді з заздалегідь зазначеною точністю обрахунків  $\epsilon$ .

Визначення оптимального значення функції згідно з запропонованим методом виконується в такій послідовності:

1. Задається початкова точка  $x_0$ .  $x_0$  – центр кола (якщо пошук проводиться у двовимірному просторі) або сфери (у тривимірному), гіперсфери (у багатовимірному просторі).

2. На поверхні круга або сфери (в залежності від кількості змінних) довільно вибирається певна кількість точок. Визначається значення функції у кожній з цих точок. Точку, у якій значення функції буде найменшим та рівним або менше ніж значення функції в точці  $x_0$ , позначається  $\tilde{x}_0$ .

3. Через точки  $x_0$  і  $\tilde{x}_0$  проводиться пряма/площина та перевіряється значення функції в кожній точці цієї прямої з кроком  $\alpha$ .  $\alpha$  – невелике число.

4. Точка, що знаходиться на прямій  $x_0\tilde{x}_0$  та у якій функція має найменше значення, позначається як  $x_1$ . Відбувається перехід до нового кроку ітерацій, де  $x_1$  – центр кола або сфери.

Надалі пошук здійснюється згідно з пунктами 2, 3, 4. На  $n$ -ітерації точка  $x_n$  являється центром кола або сфери, а  $\tilde{x}_n$  є випадковою точкою, що знаходиться на поверхні фігури, в якій функція має найменше значення. Надалі здійснюється пошук найменшого значення вздовж прямої  $x_n\tilde{x}_n$ . Знайдену точку, у якій функція має найменше значення, позначають як  $x_{n+1}$  та відбувається перехід до  $n+1$ -ітерації.

5. Якщо у ході пошуку  $\tilde{x}_n$  не було знайдено жодної точки, що б відповідала поставленим вимогам, необхідно повторити пошук знов розпочинаючи з пункту 2. Щоб підтвердити, те що в середині даного кола або сфери знаходиться оптимальне значення функції, необхідно повторити пошук  $\tilde{x}_n$   $m$  разів.  $m$  – довільно вибране ціле число.

6. При виявленні області, в якій знаходиться оптимальне значення функції на  $k$ -ітерації, фіксується точку  $x_k$ , як центр, та зменшується радіус кола/сфери на величину  $\beta$ .

7. Обирається певна кількість довільних точок, що знаходяться на поверхні кола або сфери, і знаходиться значення функції у цих точках.

8. Якщо жодне значення функції в випадково вибраних точках не являється меншим ніж значення функції у точці  $x_k$ , то радіус кола (сфери) зменшується на величину  $\beta$ , і знов повторюються дії зазначені в пункті 6.

Якщо значення будь-якої довільно вибраної точки менше ніж значення функції в точці  $x_k$ , то центр кола або сфери переміщується у дану точку і повторюються дії зазначені у пункті 7.

9. Пошук відбувається до тих пір, доки радіус кола (сфери) не буде меншим або дорівнює точності обрахунків  $\epsilon$ .

Блок-схема алгоритму знаходження оптимального значення функції за допомогою даного методу зображені на рис. 1.

Визначимо мінімум функції  $f(x_1, x_2) = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 3)^2 + 3$  за допомогою розробленого методу. Для цього виберемо початкову точку з координатами  $(-3; -2)$  і проведемо сферу з одиничним радіусом.

Виберемо 5 довільних точок, що лежать на поверхні сфери. У точці з координатами  $(-2.3; -1.2)$  функція буде мати значення  $f(x_1, x_2) = 60.3$ , що являється найменшим значенням серед вибраних точок. Через точки з координатами  $(-3; -2)$  та  $(-2.3; -1.2)$  проведемо площину паралельну осі Oz.

Перебираючи значення функцій в точках, що належать площині, знайдемо точку, в якій функція матиме найменше значення –  $(1.2; 4.6)$ ,  $f(x_1, x_2) = 13.4$ . Проведемо сферу з одиничним радіусом та центром в точці з координатами  $(1.2; 4.6)$ . Довільно виберемо 5 точок на поверхні сфери.

Найменше значення функції серед обраних точок знаходитиметься в точці з координатами  $(2.3; 4.4)$ ,  $f(x_1, x_2) = 7.85$ . Через точки з координатами  $(1.2; 4.6)$  та  $(2.3; 4.4)$  проведемо площину паралельну осі Oz.

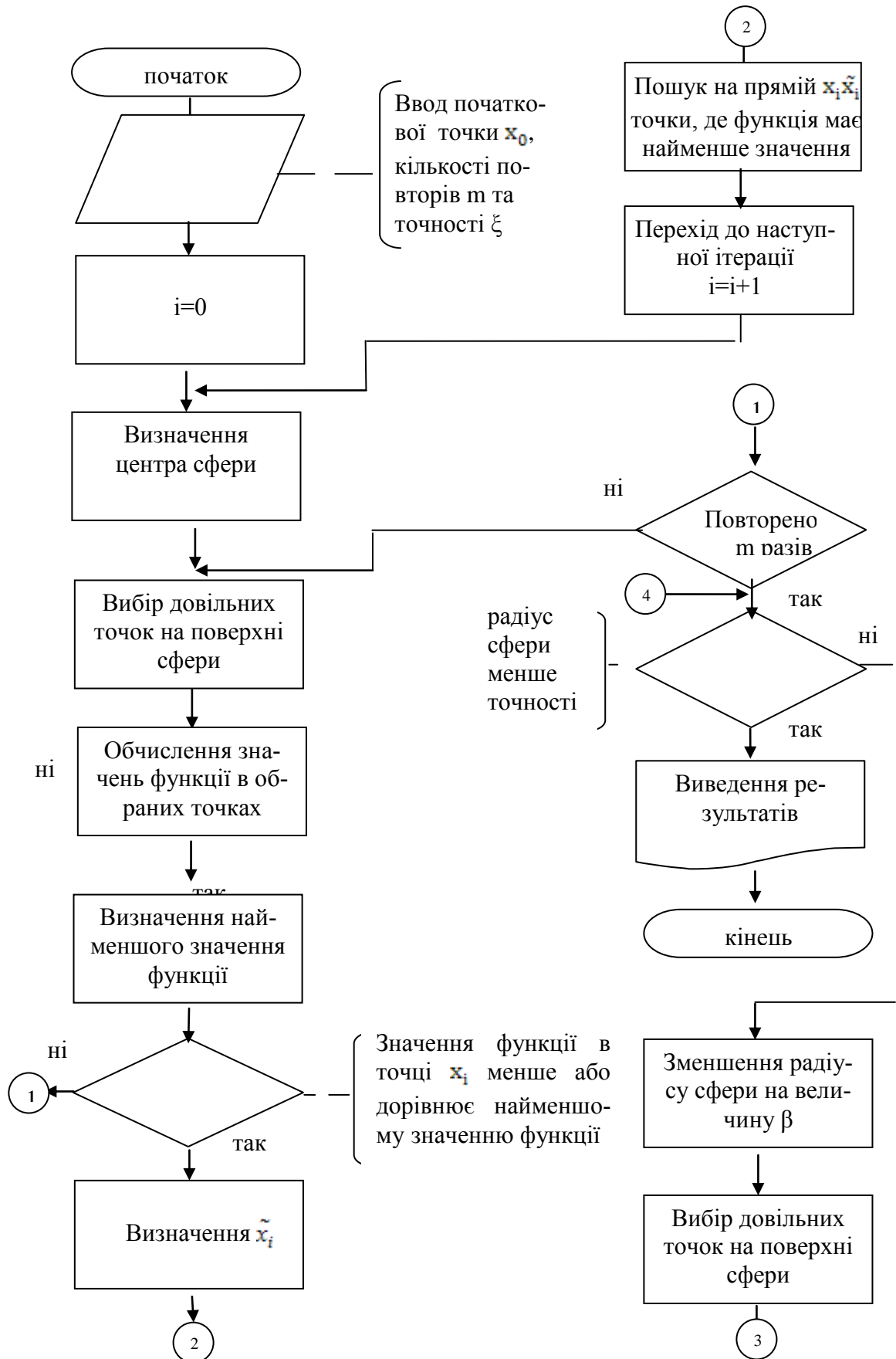


Рис. 1. Алгоритм знаходження мінімуму функції за допомогою розробленого методу.

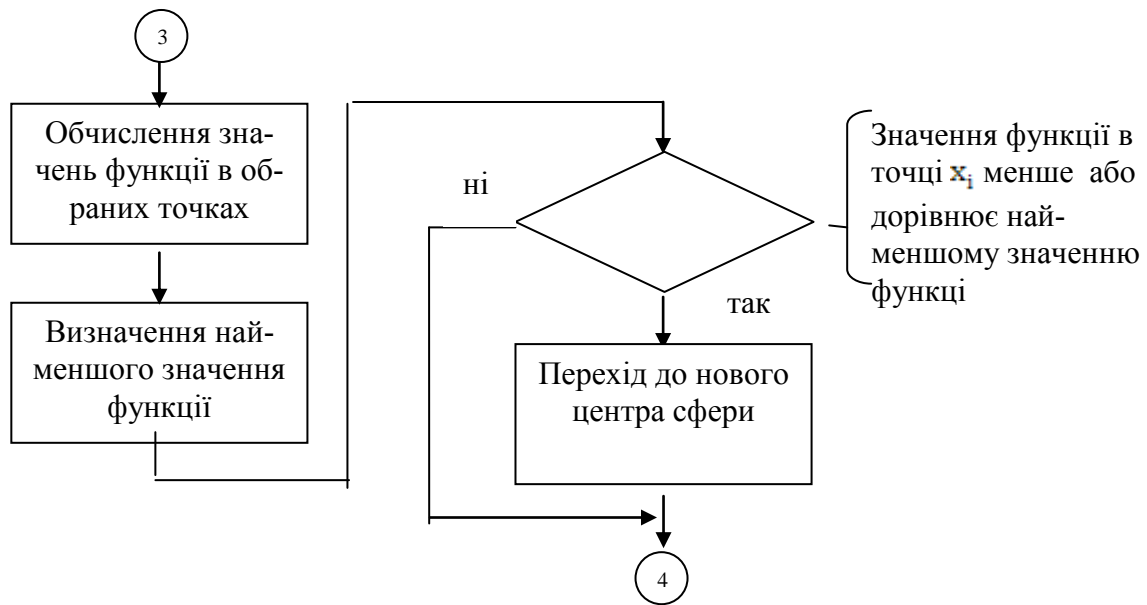


Рис. 2. Продовження рис. 1.

Перебираючи значення функцій в точках, що належать площині, знайдемо точку, в якій функція матиме найменше значення – це точка з координатами (1.2;4.6), де функція приймає значення  $f(x_1, x_2)=13.4$ .

Подальші дії відбуватимуться згідно алгоритму. В результаті одержимо відповідь: точка з координатами (4;3), в якій функція приймає значення  $f(x_1, x_2)=3$ .

Послідовність дій знаходження мінімуму функції проілюстровано на рис. 3.

## Висновки

Запропонований метод пошуку оптимального значення функції являється досить простим і легким в реалізації. Але беручи до уваги те, що в основі методу лежить випадковий вибір напрямку пошуку, немає можливості вказати кількість ітерацій та швидкодію методу.

Щоб підвищити точність обрахунків можна вдатися до таких дій:

- збільшити кількість точок, що вибираються на поверхні кола або сфери, що надасть можливість розглянути більше напрямків;
- збільшити кількість повторів вибору довільних точок на поверхні фігури при невдалому пошуку точки  $\tilde{x}_n$ ;

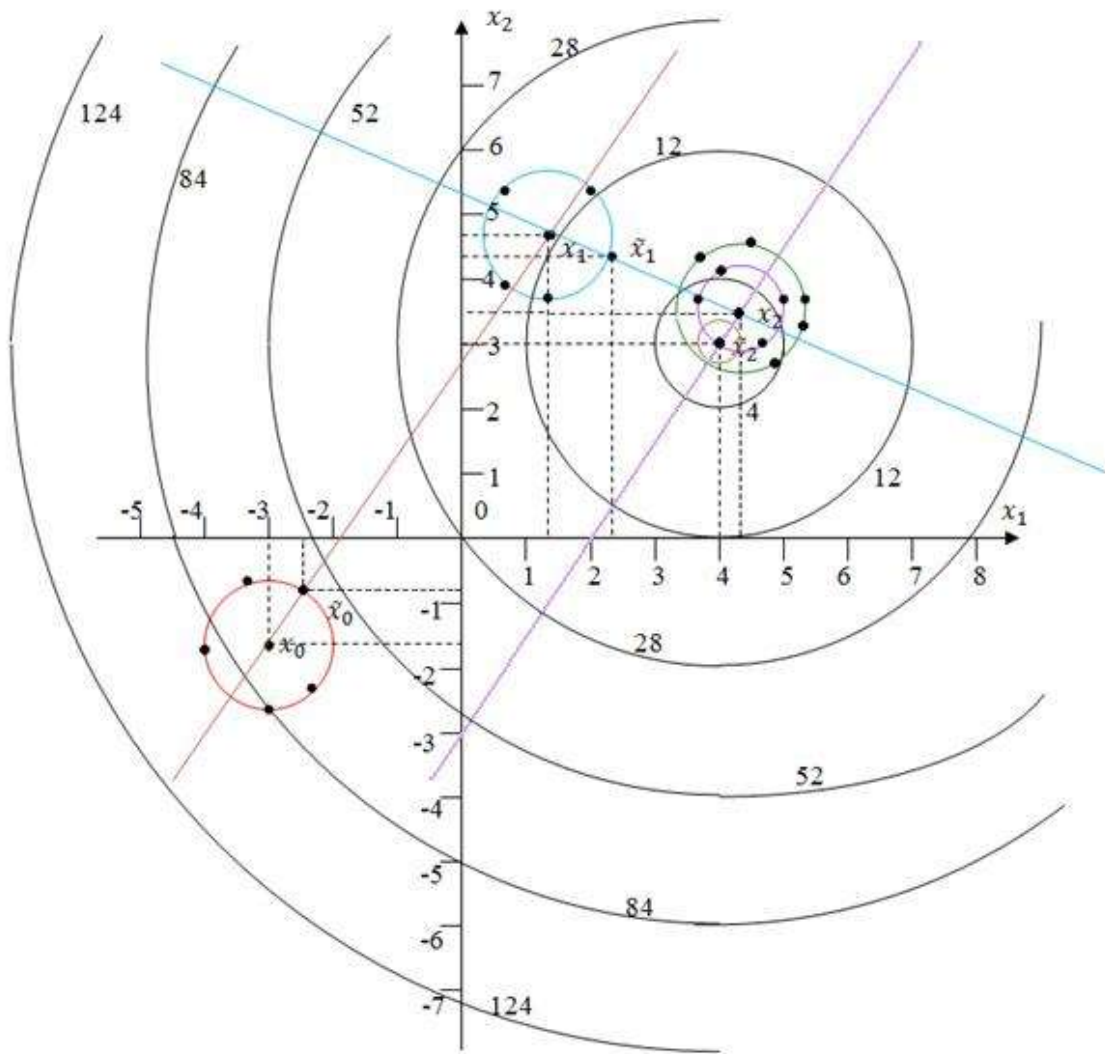


Рис. 3. Геометричне представлення пошуку мінімального значення заданої функції за допомогою запропонованого методу.

- зменшити крок перевірки  $\alpha$  на прямій  $x_n \tilde{x}_n$  – вибір точок на прямій  $x_n \tilde{x}_n$  проходить з меншим кроком, що зменшує імовірність втрати «кращого» значення функції;
- зменшити величини  $\beta$ , на яку змінюється радіуса фігури – радіус кола або сфери, всередині якої знаходиться оптимум, буде змінюватись з меншим кроком, що дасть можливість більш точно дослідити дану область.

Всі ці дії призводять до збільшення точності обчислень, але з тим збільшується і час, необхідний для проведення пошуку оптимального значення.

Запропонований метод доцільно використовувати в області прогнозування та розрахунків, а також, в тих випадках, коли натуральний експеримент немож-

ливий або обтяжливий за тими чи іншими умовами. Він знайде застосування при розробці конструкцій виробів приладобудування.

### **Література**

1. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование / Пер. с англ. – И.М.Быховской и В. Т. Вавилова: Мир, 1975. – С. 193-207.

<b>Левандовская И.В. Метод случайного поиска оптимума с переменным радиусом поиска</b> В статье приведен способ нахождения оптимального значения функции при помощи метода случайного поиска с переменным радиусом и случайным направлением. Показано преимущества предложенного алгоритма определения экстремальных значений функций и пример его применения	<b>Levandovska I.V. Method of random search of optimum with the variable radius of search</b> In article the way of a finding of optimum value of function by means of a method of casual search with variable radius and a casual direction is resulted. It is shown advantages of the offered optimising algorithm of definition of extreme values of functions and an example of its application.
--	---

*Надійшла до редакції  
18 березня 2009 року*